

• 论 著 •

OITS 技术联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 对宫颈病变的诊断价值*

滕 云¹, 朱 茜¹, 吴慧娴¹, 黄 钰¹, 程 运², 强 萍^{1△}

1. 苏州大学附属张家港医院妇产科, 江苏张家港 215600, 2. 池州市妇女儿童医院妇科, 安徽池州 247099

摘 要:目的 探讨新型荧光光电成像描述(OITS)技术联合血清脊椎蛋白 2(Spondin-2)、胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 2(IGF2BP2)诊断宫颈病变的价值。**方法** 选取 2023 年 5 月至 2024 年 9 月在苏州大学附属张家港医院就诊并经薄层液基细胞学检查(TCT)和高危型人乳头瘤病毒(HPV)检查疑似宫颈病变的 269 例患者作为研究对象,入选患者先行 OITS 检查,再行阴道镜检查,并对宫颈组织进行活检;以宫颈组织病理为金标准,将患者分为阴性组(炎症或正常, $n=92$)和阳性组[包括低级别鳞状上皮内病变(LSIL)、高级别鳞状上皮内病变(HSIL)或浸润癌, $n=177$]。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平,绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 OITS 及血清 Spondin-2、IGF2BP2 对宫颈病变的诊断效能,采用一致性 *Kappa* 检验分析 OITS 及血清 Spondin-2、IGF2BP2 单独及三者联合诊断宫颈病变的一致性,采用四格表法分析 OITS 及血清 Spondin-2、IGF2BP2 对宫颈病变的诊断效能。**结果** 阳性组血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平均高于阴性组($P<0.05$);Spondin-2、IGF2BP2 诊断宫颈病变的曲线下面积(AUC)分别为 0.835、0.833,灵敏度分别为 91.53%、87.57%,特异度分别为 63.04%、61.96%;OITS 诊断宫颈病变的 AUC 为 0.751(95%CI: 0.695~0.801),灵敏度为 89.27%,特异度为 60.87%,与金标准一致性中等(*Kappa* = 0.525, $P<0.05$);OITS 联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 诊断宫颈病变的 AUC 为 0.910(95%CI: 0.870~0.942),灵敏度为 85.31%,特异度为 96.74%,与金标准一致性较高(*Kappa* = 0.774, $P<0.05$);与 OITS、血清 Spondin-2、IGF2BP2 单独诊断相比,三者联合的特异度(96.74%)、准确度(89.22%)及阳性预测值(98.05%)均较高($P<0.05$)。**结论** OITS 技术联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平对诊断宫颈病变具有较高的临床应用价值。

关键词:宫颈病变; 新型荧光光电成像描述技术; 脊椎蛋白 2; 胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 2

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2026.15.018

中图法分类号:R445.4

文章编号:1673-4130(2026)15-1888-06

文献标识码:A

Diagnostic value of OITS technology combined with serum Spondin-2 and IGF2BP2 for cervical lesions*

Teng Yun¹, Zhu Qian¹, Wu Huixian¹, Huang Yu¹, Cheng Yun², Qiang Ping^{1△}

1. Department of Obstetrics and Gynecology, Zhangjiagang Hospital Affiliated to Soochow University, Zhangjiagang, Jiangsu 215600, China; 2. Department of Gynecology, Chizhou Women and Children's Hospital, Chizhou, Anhui 247099, China

Abstract: Objective To explore the value of the opto-intelligence spectrometer (OITS) technology combined with serum Spondin-2 and insulin-like growth factor 2 mrNA-binding protein 2 (IGF2BP2) in the diagnosis of cervical lesions. **Methods** Totally 269 patients who visited Zhangjiagang Hospital affiliated to Soochow University from May 2023 to September 2024 and were suspected of having cervical lesions based on liquid-based cytology (TCT) and high-risk human papillomavirus (HPV) tests were selected as the research subjects. All selected patients underwent OITS examination first, followed by colposcopy, and cervical tissue biopsy was performed. Taking cervical histopathology as the gold standard, the patients were assigned into the negative group (inflammatory or normal) with 92 cases and the positive group [cow-grade squamous intraepithelial lesion (LSIL), high-grade squamous intraepithelial lesion (HSIL), and invasive carcinoma] with 177 cases. ELISA was used to detect the levels of serum Spondin-2 and IGF2BP2. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the diagnostic efficacy of OITS and serum Spondin-2 and IGF2BP2

* 基金项目:江苏省苏州市科技计划项目-新型诊疗技术研究(SKY2023018)。

作者简介:滕云,女,副主任医师,主要从事宫颈疾病的诊断、阴道镜检查等方面的研究。△ 通信作者,E-mail:3913546870@qq.com。

for cervical lesions. The consistency *Kappa* test was used to analyze the consistency of OITS and serum Spondin-2, IGF2BP2 in diagnosing cervical lesions alone and in combination. Moreover, the four-grid table method was used to explore the diagnostic efficiency of OITS and serum Spondin-2 and IGF2BP2 for cervical lesions. **Results** The positive group had higher levels of serum Spondin-2 and IGF2BP2 than the negative group ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) values of Spondin-2 and IGF2BP2 in diagnosing cervical lesions were 0.835 and 0.833 respectively, the sensitivities were 91.53% and 87.57% respectively, and the specificities were 63.04% and 61.96% respectively. The AUC of OITS in diagnosing cervical lesions was 0.751 (95%CI: 0.695–0.801), with a sensitivity of 89.27% and a specificity of 60.87%, and its consistency with the gold standard was moderate ($Kappa=0.525, P<0.05$). The AUC of OITS combined with serum Spondin-2 and IGF2BP2 in the diagnosis of cervical lesions was 0.910 (95%CI: 0.870–0.942), with a sensitivity of 85.31% and a specificity of 96.74%, which was highly consistent with the gold standard ($Kappa=0.774, P<0.05$). Compared with the individual diagnoses of OITS, serum Spondin-2, and IGF2BP2, the specificity (96.74%), accuracy (89.22%), and positive predictive value (98.05%) of the combination of the three were all higher ($P<0.05$). **Conclusion** The OITS technique combined with serum Spondin-2 and IGF2BP2 levels has a high clinical application value in the diagnosis of cervical lesions.

Key words: cervical lesions; opto-intelligence spectrometer; Spondin-2; insulin-like growth factor 2 mRNA-binding protein 2

宫颈癌是女性生殖系统的恶性肿瘤,其发病率呈现年轻化的趋势,是导致女性死亡的主要妇科肿瘤之一^[1]。癌前病变的早期识别是降低宫颈癌负担的关键。目前的筛查手段包括宫颈细胞学检查、HPV 检测及阴道镜活检等,虽在一定程度上提高了早诊率,但细胞学与病理学诊断依赖医师经验,易受主观因素影响;同时,HPV 感染并不完全代表病变进展,特异性有限^[2-4]。新型荧光光电成像描述(OITS)技术可在无辐射、低侵入条件下实时呈现宫颈组织的光学及电生理特征,为细胞层面的早期变化提供直接依据,具有操作简便与结果即时可得等优势。与此同时,血清指标在肿瘤的发生发展过程中发挥着重要作用,可为宫颈病变的诊断与分层提供辅助信息^[5]。脊椎蛋白 2(Spondin-2)是一种细胞外基质蛋白,在先天和获得性免疫反应中发挥作用,其表达与多种恶性肿瘤的发展和扩散有关^[6-7]。胰岛素样生长因子 2 mRNA 结合蛋白 2(IGF2BP2)属于 RNA 结合蛋白家族,在肿瘤细胞增殖、侵袭和代谢调控中具有重要作用^[8-9]。然而,目前关于 Spondin-2 和 IGF2BP2 在宫颈病变早期筛查中的临床价值尚未明确。基于此,本研究拟评价 OITS 技术及血清 Spondin-2、IGF2BP2 在宫颈病变诊断中的价值,并分析三者联合检测的临床价值,以期优化宫颈癌筛查策略提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 5 月至 2024 年 9 月在苏州大学附属张家港医院(以下简称本院)就诊并经薄层液基细胞学检查(TCT)和高危型人乳头瘤病毒(HPV)检查为疑似宫颈病变的患者 269 例为研究对象,收集患者年龄、体重指数(BMI)、分娩次数、绝经

状态、吸烟史等临床资料。纳入标准:(1)年龄 21~65 岁且有性生活的女性;(2)接受 OITS 检查;(3)有完整临床资料、影像数据与病理结果。排除标准:(1)既往有宫颈锥切、宫颈冷刀或放疗史;(2)近期使用局部宫颈治疗或外用药物;(3)既往确诊为子宫癌并已接受系统治疗;(4)合并严重系统性疾病;(5)正在接受影响免疫/代谢的药物治疗(如免疫抑制剂、系统性化疗)。本研究已获得本院伦理委员会的批准(编号:ZJGYLL-2023-05-002),所有患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 OITS 操作方法 在进行 OITS 检查前,受检者取常规妇科检查体位,暴露宫颈后用无菌棉球清除宫颈表面分泌物并保持表面干燥。操作流程如下:(1)将经消毒灭菌的探头/感应器固定于检查器械上并按厂家说明完成系统预热与标定;(2)在白光或标准检查光照条件下,将极细探杆(直径约 4 mm)置于外口附近并开始扫描,以宫颈外口 12 点钟方向为起点,按顺时针方向逐点检测宫颈表面;(3)逐点覆盖宫颈全周,通常采集 36~40 个点位以尽量完整覆盖宫颈外口及唇缘区,在发现疑似异常点位时可对该处进行细密重采集;(4)设备实时记录并生成宫颈表面描述图(或荧光/光电信号分布图),并将原始信号输入计算机处理模块,根据预设算法或机器学习模型,系统自动对每一采集点给出“正常/可疑/异常”的标注并生成整体检测报告;(5)操作完成后保存图像与原始数据,必要时根据描述图指导阴道镜下活检取点以提高取材的针对性。

1.2.2 电子阴道镜检查及组织病理确诊 所有患者均进行电子阴道镜检查,并在阴道镜下进行宫颈组织

活检。对可见病变区域采取多点活检;若阴道镜未见明显可疑病灶,则按常规在宫颈 3、6、9、12 点位处取活检标本以覆盖宫颈表面。所有标本送本院病理科进行常规石蜡包埋与切片、苏木精-伊红(HE)染色,由同一组病理医师进行初步诊断,并由资深病理学医师复核。组织病理检查结果按病理学标准分为:(1)正常/炎症;(2)低级别鳞状上皮内病变(LSIL);(3)高级别鳞状上皮内病变(HSIL);(4)早期浸润癌及浸润癌。以(3)、(4)作为阳性界定,依据最终组织病理结果将研究对象分为阴性组(正常或炎性, $n=92$)和阳性组(HSIL 或浸润癌, $n=177$)。

1.2.3 血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平检测 采集所有入组患者空腹静脉血 3~5 mL,室温静置后分离血清,并置于-80 ℃环境中保存。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平,按照试剂盒说明书配制标准品梯度和稀释液,标贴 96 孔板孔位。每孔加入规定体积的样本或标准品;每个样本做重复孔,同时设置空白孔与标准曲线孔、阳性/阴性对照孔。在 37 ℃下孵育 1 h;用洗板机进行多次洗涤,确保去除非特异性结合。加入生物素化二抗,孵育并重复洗涤步骤。加入显色底物,在暗处反应,随后加入终止液终止反应。在酶标仪上于 450 nm 波长处读取吸光度(A),用标准品 A 值绘制标准曲线,根据标准曲线计算样本中目标蛋白浓度。Spondin-2、

IGF2BP2 试剂盒均购自武汉菲恩生物科技有限公司(货号:EH0877、EH9322)。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件进行数据分析,经检验符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较使用独立样本 t 检验;计数资料以 $n(\%)$ 表示,两组比较采用 χ^2 检验;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 OITS 及血清 Spondin-2、IGF2BP2 对宫颈病变的诊断效能;采用一致性 $Kappa$ 检验分析 OITS 及血清 Spondin-2、IGF2BP2 单独及联合诊断宫颈病变的一致性;采用四格表法分析 OITS 及血清 Spondin-2、IGF2BP2 对宫颈病变的诊断效能。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组一般资料及血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平比较 阳性组血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平均高于阴性组($P<0.05$),而两组在年龄、BMI、分娩次数、绝经状态、吸烟史比较,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

2.2 血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平诊断宫颈病变的价值分析 通过 ROC 曲线分析结果得出,血清 Spondin-2、IGF2BP2 诊断宫颈病变的曲线下面积(AUC)分别为 0.835、0.833,灵敏度分别为 91.53%、87.57%,特异度分别为 63.04%、61.96%。见表 2、图 1。

表 1 两组一般资料及血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $n(\%)$]

项目	阴性组($n=92$)	阳性组($n=177$)	t/χ^2	P
年龄(岁)	42.31±8.74	44.12±9.51	1.522	0.129
BMI(kg/m ²)	22.91±2.53	23.13±2.74	0.641	0.522
分娩次数	1.87±0.41	1.95±0.53	1.264	0.207
绝经			0.146	0.702
是	26(28.26)	54(30.51)		
否	66(71.74)	123(69.49)		
吸烟史	6(6.52)	15(8.47)	0.321	0.571
Spondin-2(pg/mL)	479.03±92.16	625.71±143.58	8.889	<0.001
IGF2BP2(ng/mL)	4.72±1.06	5.94±1.31	7.714	<0.001

表 2 血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平对宫颈病变的诊断价值

项目	AUC	截断值	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数
Spondin-2	0.835	587.11 pg/mL	0.785~0.877	91.53	63.04	0.546
IGF2BP2	0.833	5.73 ng/mL	0.783~0.875	87.57	61.96	0.495

2.3 OITS 检查与组织病理检查结果的一致性 OITS 诊断宫颈病变的 AUC 为 0.751(95%CI: 0.695~0.801),灵敏度为 89.27%,特异度为 60.87%,与组织病理检查结果一致性中等($Kappa=0.525, P<0.05$)。见表 3、图 2。

2.4 OITS 联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平与组织病理检查结果的一致性 OITS 联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 诊断宫颈病变的 AUC 为 0.910(95%CI: 0.870~0.942),灵敏度 85.31%,特异度 96.74%,与组织病理检查结果一致性较高($Kappa=0.774, P<$

0.05)。见表 4、图 3。

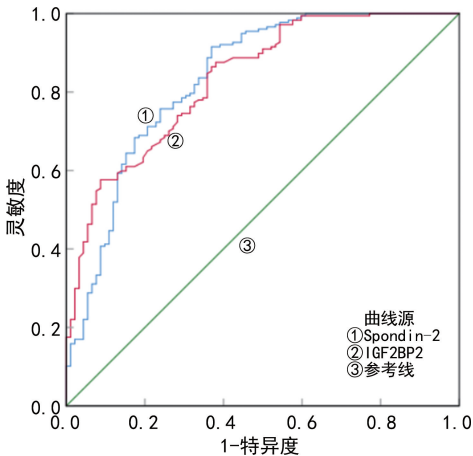


图 1 血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平诊断宫颈病变的 ROC 曲线

表 3 OITS 检查与组织病理检查结果的一致性 (n)			
OITS 检查	n	组织病理检查	
		阳性组 (n=177)	阴性组 (n=92)
阳性组	194	158	36
阴性组	75	19	56
Kappa		0.525	
P		<0.001	

2.5 OITS 联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平对宫颈病变的诊断效能比较 与 OITS、血清 Spondin-2、

表 5 OITS 联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 对宫颈病变的诊断效能比较 [% (n/n)]					
项目	灵敏度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
OITS	89.27(158/177)	60.87(56/92) ^a	79.55(214/269) ^a	81.44(158/194) ^a	74.67(56/75)
Spondin-2	91.53(162/177)	63.04(58/92) ^a	81.78(220/269) ^a	82.65(162/196) ^a	79.45(58/73)
IGF2BP2	87.57(155/177)	61.96(57/92) ^a	78.81(212/269) ^a	81.58(155/190) ^a	72.15(57/79)
三者联合	85.31(151/177)	96.74(89/92)	89.22(240/269)	98.05(151/154)	77.39(89/115)

注：与三者联合比较，^aP<0.05。

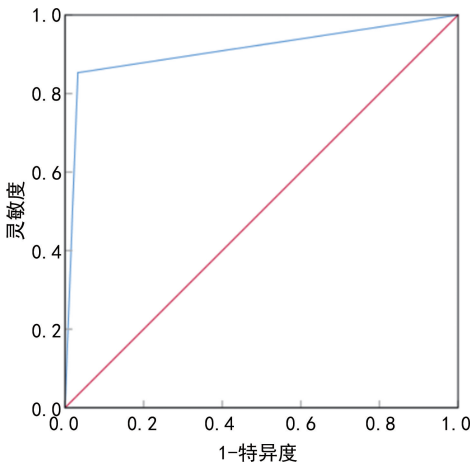


图 3 OITS 联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平诊断宫颈病变的 ROC 曲线

IGF2BP2 单独诊断相比，三者联合的特异度(96.74%)、准确度(89.22%)及阳性预测值(98.05%)均较高(P<0.05)。见表 5。

表 4 OITS 联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平与组织病理检查结果的一致性 (n)			
三者联合	n	组织病理检查	
		阳性组 (n=177)	阴性组 (n=92)
阳性组	154	151	3
阴性组	115	26	89
Kappa		0.774	
P		<0.001	

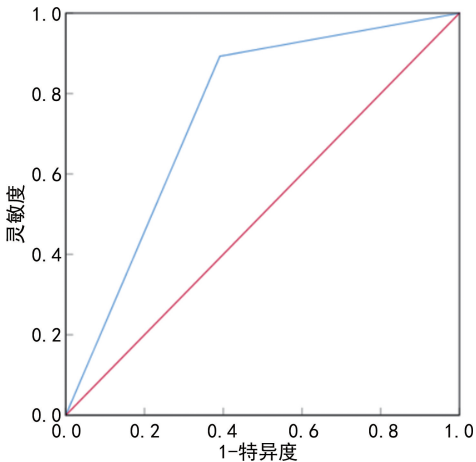


图 2 OITS 诊断宫颈病变的 ROC 曲线

3 讨 论

宫颈癌前病变是宫颈细胞的异常，最终可能发展为宫颈癌，宫颈病变的发生受多种因素共同作用，其中，HPV 的持续感染被认为是最主要的致病原因，当病毒侵入宫颈上皮细胞后，会干扰细胞的正常分化和增殖，使得局部组织逐渐出现不典型变化，进而形成宫颈上皮内瘤变^[10-12]。除了病毒感染外，女性的早婚早育、多产、长期口服避孕药、不良性生活习惯均可加速病变进展^[13]。通常情况下，宫颈病变会经历从 LSIL 到 HSIL，最终发展为浸润癌，但这一过程往往需要数年甚至更长时间，因而提供了较长的早期干预窗口^[14]。若能在癌前阶段及时识别病变并进行治疗，可显著降低宫颈癌的发病率和病死率，与进展期宫颈癌相比，早期发现和治疗不仅疗效更佳、创伤更小，而

且患者的生活质量和生存率均会有很大提高^[15-16]。因此,如何在早期准确识别宫颈病变,并指导精准干预,是当前宫颈癌防控的核心问题之一。

OITS 技术作为一类新兴光学光电成像手段,能够同时采集组织的荧光、漫反射及电信号特征,其多维度信息整合能力使其在宫颈病变早期筛查中表现出独特优势。本研究中,OITS 在诊断宫颈病变时的 AUC 为 0.751,灵敏度 89.27%,提示 OITS 在宫颈病变检测中具有较好的筛查能力,尤其在灵敏性方面,能够较为有效地发现可疑病变个体,从而降低漏诊风险。有研究发现,荧光、多光谱成像、偏振敏感成像、拉曼光谱等新兴光学技术在宫颈癌前病变诊断中具有有良好的应用前景^[17]。另有研究发现,高分辨率显微内窥镜成像系统可以根据病理血管特征对宫颈上皮进行实时体内诊断,无需染色,对宫颈病变的诊断具有巨大价值^[18]。Brenes 等^[19]发现,多尺度成像系统和多尺度成像融合网络有助于在资源匮乏的环境中准确、实时地诊断宫颈癌前病变。本研究结果与上述研究一致,说明光学成像技术总体上能有效捕捉病变组织在结构、代谢及血管模式上的微小变化。然而,本研究中 OITS 的特异度(60.87%)相对偏低,与组织病理检查结果的一致性处于中度水平($Kappa = 0.525$),提示 OITS 虽能敏锐识别异常信号,但在区分炎症、修复反应及低级别病变等非典型改变时仍可能产生假阳性。造成这一现象的可能原因包括:(1)宫颈炎症改变可能同样影响组织荧光强度和电生理特征,使 OITS 信号在量化上与早期病变部分重叠;(2)目前 OITS 图像与电信号的算法分析仍主要基于经验模型,在对不同病理状态的模式识别方面尚有提升空间。结合这些因素可见,OITS 在目前阶段更适合作为提高初筛灵敏度的辅助工具,用于提示具有潜在风险需进一步接受阴道镜或病理检查的个体,而非独立替代病理诊断。

Spondin-2 是先天免疫初始反应的重要调节因子,通过影响 Wnt 信号通路参与癌细胞增殖、侵袭与转移,同时可通过调控特异性和非特异性免疫反应影响肿瘤微环境及癌细胞浸润能力^[20]。既往研究已证实,宫颈癌患者血清 Spondin-2 水平升高,并与肿瘤浸润深度、免疫反应强度及不良预后相关,被认为是宫颈癌潜在的诊断标志物和治疗靶点^[21-22]。本研究发现,阳性组患者血清 Spondin-2 水平高于阴性组,其单独诊断宫颈病变的 AUC 为 0.835,灵敏度为 91.53%,这提示 Spondin-2 对宫颈病变的发生可能具有促进作用,其升高或反映了宫颈上皮异常增殖、炎症微环境激活及早期免疫紊乱等病理过程。虽然其特异度(63.04%)仍然有限,但在灵敏性层面表现突出,说明在用于早筛时能够显著减少漏诊风险,特别

是结合 OITS 等影像学方法时,Spondin-2 的高灵敏度可弥补部分影像学技术在轻度病变识别方面的不足,使多模态检测策略在灵敏性方面获得明显提升。

IGF2BP2 能够通过稳定或调控特定 mRNA 的转录后命运,参与细胞代谢、增殖和迁移过程,与多种恶性肿瘤的发生、进展及预后有关^[23]。研究发现,多囊卵巢综合征患者血清 IGF2BP2 水平较高,其对评估患者发生胰岛素抵抗具有一定预测价值^[24]。另有研究发现,IGF2BP2 在胃癌组织中的表达水平明显较高,并且与胃癌患者的生存率低相关,其可作为胃癌新预后和治疗标志物的价值^[25]。本研究中,阳性组患者血清 IGF2BP2 水平高于阴性组,其诊断宫颈病变的 AUC 为 0.833,灵敏度为 87.57%,说明 IGF2BP2 在宫颈病变的形成及潜在恶性转化过程中具有重要作用。其可能通过增强异常细胞代谢活性、提高增殖速率并促进上皮内瘤变的形成,从而在血清层面反映病变进展趋势。本研究中,IGF2BP2 诊断宫颈病变的特异度(61.96%)同样偏低,提示炎症、修复状态或代谢异常可能导致 IGF2BP2 升高,使其作为独立筛查工具时容易出现假阳性。但其灵敏性较稳定,说明其在联合筛查体系中可作为重要的“代谢—增殖型”分子标志物,与 OITS 的组织形态特征、Spondin-2 的免疫相关特征形成互补。

当 OITS 与血清 Spondin-2、IGF2BP2 联合用于诊断宫颈病变时,其 AUC 达到 0.910,灵敏度为 85.31%,特异度为 96.74%,与病理学金标准的一致性较高($Kappa$ 为 0.774),与单独检测相比,三者联合不仅显著提高了特异度、准确度,还大幅提升了阳性预测值(98.05%);这一结果说明,联合检测能够有效弥补单项指标特异性不足或结果受限的缺点,实现优势互补,OITS 具有较高灵敏度,能在早期发现可疑病变,而血清 Spondin-2、IGF2BP2 则通过反映分子层面的变化提高诊断特异度;联合可在减少漏诊的同时显著降低误诊率,从而优化宫颈病变的早期筛查路径。进一步提示 OITS 技术与血清指标检测的联合使用具有较强的临床应用前景,有望成为宫颈病变分级诊疗和大规模筛查的重要模式。

综上所述,OITS 技术联合血清 Spondin-2、IGF2BP2 水平在宫颈病变的辅助诊断中表现出较高的效能,显著优于单项检测,具有良好的临床应用潜力。该联合策略不仅有助于提高宫颈病变的早期识别率,还可为精准分级和个体化干预提供辅助依据,具有推广应用的可行性与现实意义。尽管如此,今后仍需在大样本、多中心研究中进一步验证其稳定性和泛化能力,同时结合动态监测与人工智能算法的辅助分析,有望进一步提升诊断效率和智能化水平。

参考文献

- [1] Ren C, Zeng X, Shi Z, et al. Multi-center clinical study using optical coherence tomography for evaluation of cervical lesions in-vivo[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):7507.
- [2] Meng B, Li G, Zeng Z, et al. Establishment of early diagnosis models for cervical precancerous lesions using large-scale cervical cancer screening datasets[J]. *Virol J*, 2022, 19(1):177.
- [3] Bu Q, Luo X, He L, et al. Septin9 DNA methylation as a promising biomarker for cervical cancer [J]. *J Obstet Gynaecol*, 2023, 43(1):2151356.
- [4] Liu Y, Liao J, Yi X, et al. Diagnostic value of colposcopy in patients with cytology-negative and HR-HPV-positive cervical lesions[J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2022, 306(4):1161-1169.
- [5] Sablr Y A, Çift T, Karaşin S S. Determining the relationship between serum acute phase reactants and cervical premalignant lesions; a cohort study[J]. *Sao Paulo Med J*, 2022, 141(3):e2022186.
- [6] Ma H M, Yu M, Wu C, et al. Overexpression of spondin-2 is associated with recurrence-free survival in patients with localized clear cell renal cell carcinoma[J]. *Dis Markers*, 2020, 2020:5074239.
- [7] Kuramitsu S, Masuda T, Hu Q, et al. Cancer-associated fibroblast-derived spondin-2 promotes motility of gastric cancer cells[J]. *Cancer Genomics Proteomics*, 2021, 18(4):521-529.
- [8] Liu T Y, Hu C C, Han C Y, et al. IGF2BP2 promotes colorectal cancer progression by upregulating the expression of TFRC and enhancing iron metabolism[J]. *Biol Direct*, 2023, 18(1):19.
- [9] Xia T, Dai X Y, Sang M Y, et al. IGF2BP2 drives cell cycle progression in triple-negative breast cancer by recruiting EIF4A1 to promote the M6A-modified CDK6 translation initiation process[J]. *Adv Sci (Weinh)*, 2024, 11(1):e2305142.
- [10] Ephrem Dibisa K, Tamiru Dinka M, Mekonen Moti L, et al. Precancerous lesion of the cervix and associated factors among women of west wollega, west Ethiopia, 2022[J]. *Cancer Control*, 2022, 29:10732748221117900.
- [11] Włoszek E, Krupa K, Skrok E, et al. HPV and cervical cancer-biology, prevention, and treatment updates [J]. *Curr Oncol*, 2025, 32(3):122.
- [12] 杨峻, 刘扬, 付晴晴. 血清 G-CSF、PDIA4、CALML5 表达水平与高危型 HPV 感染及宫颈病变的相关性研究[J]. *国际检验医学杂志*, 2025, 46(21):2680-2684.
- [13] Bovo A C, Pedrao P G, Guimarães Y M, et al. Combined oral contraceptive use and the risk of cervical cancer; literature review [J]. *Rev Bras Ginecol Obstet*, 2023, 45(12):e818-e824.
- [14] Honarvar Z, Zarisfi Z, Salari S S, et al. Comparison of conventional and liquid-based Pap smear methods in the diagnosis of precancerous cervical lesions[J]. *J Obstet Gynaecol*, 2022, 42(6):2320-2324.
- [15] Simms K T, Keane A, Nguyen D T N, et al. Benefits, harms and cost-effectiveness of cervical screening, triage and treatment strategies for women in the general population[J]. *Nat Med*, 2023, 29(12):3050-3058.
- [16] 宋汉韬, 刘小娟, 刘芳, 等. HPV DNA 和 HPV E6/E7 mRNA 检测在宫颈病变筛查中的价值[J]. *国际检验医学杂志*, 2024, 45(4):467-470.
- [17] Rahaman A, Anantharaju A, Jeyachandran K, et al. Optical imaging for early detection of cervical cancer: state of the art and perspectives[J]. *J Biomed Opt*, 2023, 28(8):080902.
- [18] Liu M, Lu J, Zhi Y, et al. Microendoscopy in vivo for the pathological diagnosis of cervical precancerous lesions and early cervical cancer[J]. *Infect Agent Cancer*, 2023, 18(1):26.
- [19] Brenes D, Salcedo M P, Coole J B, et al. Multiscale optical imaging fusion for cervical precancer diagnosis: integrating widefield colposcopy and high-resolution endomicroscopy[J]. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2024, 71(9):2547-2556.
- [20] Gong Y, Yuan S, Sun J, et al. R-spondin 2 induces odontogenic differentiation of dental pulp stem/progenitor cells via regulation of Wnt/ β -catenin signaling[J]. *Front Physiol*, 2020, 11:918.
- [21] Zhang L L, Lin S, Zhang Y, et al. Serum spondin-2 expression, tumor invasion, and antitumor immune response in patients with cervical cancer[J]. *World J Clin Cases*, 2022, 10(36):13304-13312.
- [22] 张鹏, 杨海霞. 紫杉醇联合奥沙利铂化疗方案对宫颈癌患者血清 FGFR4、Spondin-2 水平的影响[J]. *临床和实验医学杂志*, 2022, 21(15):1623-1626.
- [23] Zhou Z, Chen S, Wu T, et al. IGF2BP2, an RNA-binding protein regulates cell proliferation and osteogenic differentiation by stabilizing SRF mRNA[J]. *J Cell Physiol*, 2023, 238(1):195-209.
- [24] 吴萍, 尹和芳, 贺倩, 等. 多囊卵巢综合征患者血清 IGF2BP2 表达与胰岛素抵抗的关系[J]. *中国妇幼保健研究*, 2024, 35(12):28-33.
- [25] Ouyang J, Li J, Li D, et al. IGF2BP2 promotes epithelial to mesenchymal transition and metastasis through stabilizing HMGA1 mRNA in gastric cancer[J]. *Cancers*, 2022, 14(21):5381.

(收稿日期:2025-11-16 修回日期:2026-03-02)